



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 36 24 481 C 2

⑤1 Int. Cl.⁵:
C 25 D 17/28
C 25 D 7/00
C 25 D 21/10
H 05 K 3/18
C 25 D 5/04

②1 Aktenzeichen: P 36 24 481.3-45
②2 Anmeldetag: 19. 7. 86
④3 Offenlegungstag: 28. 1. 88
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 8. 93

DE 36 24 481 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Schering AG Berlin und Bergkamen, 1000 Berlin, DE

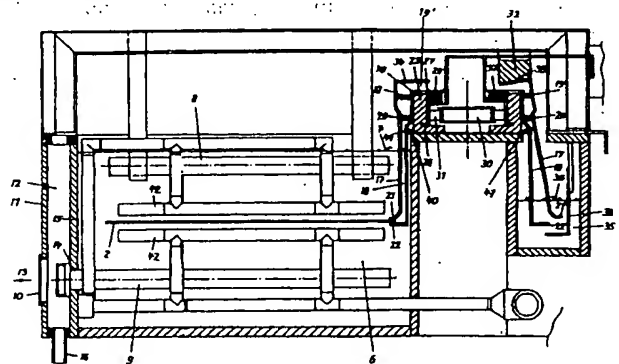
⑦2 Erfinder:
Bläsing, Horst, 1000 Berlin, DE; Kosikowski, Thomas,
Dipl.-Ing., 8500 Nürnberg, DE; Mänkut, Ludwig,
Dipl.-Ing., 8503 Altdorf, DE; Meyer, Walter, 1000
Berlin, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 32 36 545 A1
DE 30 28 635 A1
US 21 71 437

⑤4 Anordnung zur elektrolytischen Behandlung von plattenförmigen Gegenständen

⑤7 Die Erfindung geht aus von einer Anordnung zum elektrolytischen Auftrag eines Metalls auf plattenförmige Gegenstände, wie Leiterplatten (2), bei der diese Gegenstände für eine gewisse Verweildauer in ein Elektrolysebad (6) gebracht und dann wieder aus dem Bad entfernt werden. Dabei werden die plattenförmigen Gegenstände in waagerechter Lage einer die Anordnung bildenden Elektrolysekammer zugeführt, durch diese kontinuierlich hindurchgeleitet und nach der Elektrolysebehandlung aus der Kammer wieder herausgeführt, und wobei Anoden (8, 9), Stromzuführungen (29, 37) und Transportmittel (17, 18) vorgesehen sind. Um die Transportmittel gegenüber denen des Standes der Technik einfacher und robuster zu gestalten, sowie insbesondere im Zusammenhang damit die Überleitung des Stromes auf die plattenförmigen Gegenstände zu verbessern, ist vorgesehen, daß die Transportmittel aus einer endlos umlaufenden, angetriebenen Reihe einzelner, in Form von Klammern ausgebildeter Transportorgane bestehen, welche in der über den Transportbereich sich erstreckenden Transportstellung, die Ränder der plattenförmigen Gegenstände (2) umklemmend, ergreifen und in der Transportrichtung bewegen, wobei die Klammern aus zwei Bügeln (17, 18) bestehen, die unter Federdruck (19) in die Klemmstellung gebracht werden und damit die Klemmkraft ausüben und daß am Beginn und am Ende des in der Elektrolysekammer (1) gelegenen Transportweges die plattenförmigen Gegenstände (2) erfaßt und auch wieder freigegeben ...



DE 36 24 481 C 2

Die Erfindung betrifft eine Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1. Dabei ist insbesondere an den elektrolytischen Auftrag von Kupfer gedacht.

Eine solche Anordnung ist aus der DE-OS 32 36 545 bekannt. Dies hat den Vorteil, daß die plattenförmigen Gegenstände kontinuierlich von der Vorbehandlung her in ihrer waagerechten Lage bleibend durch die Kammer geführt und, ebenfalls in der waagerechten Lage bleibend, der Nachbehandlung zugeführt werden können. Bei dieser vorbekannten Anordnung ist jedoch der Transport der plattenförmigen Gegenstände relativ umständlich und damit nachteilig gelöst. Die plattenförmigen Gegenstände werden dabei an ihren Rändern beidseitig von Rollen oder Rädern erfaßt. Dabei müssen die an einer Seite vorgesehenen Rollen oder Räder in Schlitzführungen gegen Federwirkung gelagert sein. Diese Konstruktion ist äußerst umständlich und aufgrund dieser Kompliziertheit nicht nur teuer, sondern auch im Betrieb störanfällig. Die Stirnkanten der Rollen oder Räder sind mäanderförmig ausgestaltet, um damit der Stromübertragung dienen zu können. Dabei besteht die Gefahr, daß beim Lösen einer Kontaktstelle und noch nicht völligem Anliegen der nächstfolgenden Kontaktstelle der Rollen oder Räder am Plattenrand sich Lichtbogen bilden können. Da die Stirnkanten bzw. Umfangflächen der Rollen oder Räder ständig über die Plattenränder entlang bewegt werden müssen, dürften sie sich relativ kurzzeitig abnutzen. Durch den Elektrolysevorgang wird das auf die plattenförmigen Gegenstände aufzubringende Material auch auf die Rollen oder Räder übertragen. Sie müssen daher zur Entfernung dieses Auftrages immer wieder ausgewechselt, vom Auftrag gesäubert und wieder montiert werden. Dies verlangt nicht nur einen entsprechenden Montage- und damit Kostenaufwand, sondern bedingt auch sehr nachteilige Betriebsunterbrechungen der Anordnung selber. Hinzu kommt der weitere, einen erheblichen konstruktiven Aufwand erfordernde Nachteil, daß jedes Rad bzw. Rolle seinen eigenen Antrieb haben soll.

Eine weitere Anordnung zum galvanischen Abscheiden eines Metalls auf ein Substrat, im Durchlaufverfahren, ist aus der US 21 71 437 bekannt. Hierbei wird aber das Metall nicht auf einem damit zu versiehenden Werkstück abgeschieden, sondern es werden dadurch erst Werkstücke, in Form von dünnen Dichtungen, erzeugt.

Auf einem in senkrechter Richtung umlaufenden metallischen Trägerband, das eine kathodische Polarität aufweist, wird das Metall niedergeschlagen und nach Erreichen der gewünschten Dicke wieder vom Trägerband abgelöst. Mit dieser Anordnung ist es nicht möglich zu galvanisierende, plattenförmige Gegenstände im Durchlauf zu behandeln.

Mit einer in der DE-OS 30 28 635 beschriebenen Vorrichtung ist eine galvanische Behandlung von Gegenständen, während des Durchlaufs durch die Vorrichtung, zwar möglich, doch ist hier die galvanische Beschichtung auf einem Teilbereich der Gegenstände beschränkt und auch so gewollt.

Bei den Gegenständen handelt es sich um elektrische Kontaktteile, die nur partiell im eigentlichen Kontaktbereich mit einem geeigneten Kontaktmetall beschichtet werden.

Wegen der nur partiellen Behandlung der Gegenstände kann hier das Transportmittel in Form einer geschlossenen, umlaufenden, Kette außerhalb der Behandlungsflüssigkeit angeordnet sein. Für die vollflächige

galvanische Behandlung von plattenförmigen Gegenständen ist diese Vorrichtung deshalb nicht geeignet.

Ausgehend vom Oberbegriff des Anspruches 1 besteht die Aufgabe der Erfindung zunächst darin, die Transportmittel gegenüber denen des erläuterten Standes der Technik einfacher und robuster zu gestalten, sowie insbesondere ferner im Zusammenhang damit die Überleitung des Stromes auf die plattenförmigen Gegenstände zu verbessern.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist, ausgehend vom Oberbegriff des Anspruches 1, zunächst die Merkmalsanordnung gemäß dem Kennzeichen des Anspruches 1 vorgesehen. Die endlos umlaufenden Transportorgane erfassen die Ränder der plattenförmigen Gegenstände — insbesondere ist mit der Erfindung an die elektrolytische Metallisierung von in der Elektronik einzusetzenden elektrischen Leiterplatten gedacht — und bewegen diese durch die Elektrolysekammer. Dabei ist — abgesehen vom Beginn des Ergreifens bzw. Beginn des Freigebens — keine Relativbewegung zwischen den Transportorganen und den Plattenrändern gegeben. Abnutzungs- bzw. Abriebserscheinungen der Transportorgane sind daher vermieden. Nach Durchlaufen des Transportweges innerhalb der Elektrolysekammer werden die Transportorgane selbsttätig vom Plattenrand gelöst und außerhalb der Elektrolysekammer wieder zurückgeführt, bis sie zum Beginn des Transportweges selbsttätig wieder zum Erfassen des Randes eines der plattenförmigen Gegenstände kommen. Dies erleichtert und vereinfacht auch den Antrieb der Transportorgane. Es muß nicht jedes einzelne Transportorgan für sich angetrieben werden, sondern es genügt gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung (siehe Anspruch 4) ein endlos umlaufendes Transportband, an dem alle Transportorgane angebracht sind, wobei nur das Transportband angetrieben werden muß. Es ist eine einfache und robuste Ausgestaltung der Transportorgane möglich.

Zur Lösung der vorstehend, angegebenen Aufgabenstellung der Verbesserung der Überleitung des Stromes auf die plattenförmigen Gegenstände dienen die erfindungsgemäßen Transportorgane zugleich der Überleitung des Stromes auf die plattenförmigen Gegenstände.

Eine in ihrer Gestaltung und Funktion besonders einfache und zugleich vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist Gegenstand des Anspruches 2. Diese Bügel haben eine starke Klemmwirkung, wobei aber durch die Anlaufschiene die Bügel in einfacher und zugleich sicherer Weise zum klemmenden Erfassen der plattenförmigen Gegenstände bzw. deren Freigabe gebracht werden können.

Zur Vermeidung der zum Stand der Technik geschilderten Nachteile nutzen die Merkmale des Anspruches 7 den Umlauf der Transport- und Stromübertragungsorgane mit Hilfe eines endlosen Bandes aus, um während der Bewegung der Transport- und Stromübertragungsorgane außerhalb des Transportweges der plattenförmigen Gegenstände, d. h. außerhalb der Elektrolysekammer, für eine Entmetallisierung von während der Elektrolyse aufgetragenen Metall, hier bevorzugt Kupfer, zu sorgen.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind den weiteren Unteransprüchen, sowie der nachstehenden Beschreibung und der zugehörigen Zeichnung von erfindungsgemäßen Ausführungsmöglichkeiten zu entnehmen. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine im wesentlichen schematische Draufsicht auf eine Anordnung nach der Erfindung,

Fig. 2 eine gegenüber Fig. 1 etwas abgewandelte Ausführungsform der Erfindung, entsprechend einem Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1.

Fig. 1 zeigt schematisch und in einem gegenüber Fig. 2 verkleinerten Maßstab eine Draufsicht auf eine Elektrolysekammer 1, der die plattenförmigen Gegenstände 2 in Richtung des Pfeiles 3 durch hier nicht gezeichnete Transportmittel zugeführt werden, bevorzugt von einer oder mehreren Vorbehandlungsstationen her, die ebenfalls in der Zeichnung nicht dargestellt sind. Die plattenförmigen Gegenstände 2 treten damit in der Transportrichtung 3 an der Seite 1' der Elektrolysekammer 1 ein, durchlaufen diese und treten dann an der der Seite 1' gegenüberliegenden Seite 1'' wieder aus.

Fig. 2 zeigt das Elektrolysebad 6 innerhalb der Kammer 1. Die Badoberfläche 7 ist oberhalb von oberen Anoden 8 gelegen, die sich oberhalb der plattenförmigen Gegenstände 2 bzw. deren Transportweg befinden. Darunter sind untere Anoden 9 angeordnet. Die Anoden 8, 9 können Platten aus dem aufzutragenden Metall, bevorzugt Kupfer, sein. Es können aber auch dafür Behälter aus einem von der Elektrolyse nicht abtragbaren Material (z. B. Titan) vorgesehen sein, welche das jeweilige aufzutragende Metall beinhalten. Die oberen Anoden 8 können zum Auswechseln nach oben abgehoben bzw. von oben her eingesetzt werden. Die unteren Anoden 9 können nach Entnahme eines Abdichtdeckels 10 nach Abschalten der Einrichtung und nachdem das Elektrolytvolumen aus der Kammer in einen Sammelbehälter abgefließen ist, aus dem die Pumpe bzw. Pumpen bei Wiederinbetriebnahme den Elektrolyt wieder fördern, in der linken Seitenwand 11 einer Nebenkammer 12 in Pfeilrichtung 13 herausgezogen werden. Sie durchsetzen dabei eine Bohrung 14 in der Kammerwandung 15. Daraus austretende Elektrolytflüssigkeit wird in der Nebenkammer 12 gesammelt und durch deren Abflußrohr 16 einer Pumpe und von dieser wieder in das Behälterinnere zum Elektrolysebad 6 zurückgeführt.

Die Stromzuführungen zu den beim Betrieb stationären Anoden 8, 9 sind in der Zeichnung nicht gesondert dargestellt. Die Stromzuführung zu den im Betrieb beweglichen, die Kathode bildenden plattenförmigen Gegenständen erfolgt gemäß einer bevorzugten, nachstehend beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform der Erfindung über die Transportmittel. Eine bevorzugte Ausführungsform dieser Transportmittel wird nachstehend erläutert:

Die Transportmittel sind Klammern, die in diesem Beispiel aus zwei Bügeln 17, 18 bestehen, die durch den Druck einer Feder 19 um ihren gegenseitigen und Strom leitenden Verbindungs- bzw. Anlegepunkt 20 so verschwenkt werden, daß ihre in Fig. 2 unteren Enden 21, 22 durch den Federdruck gegeneinandergedreht werden und dabei den Seitenrand des jeweiligen plattenförmigen Gegenstandes 2, hier einer Leiterplatte für elektronische Zwecke, erfassen. Der Bügel 18 umgreift eine Führungsschiene 23 und ist mit seinem Ende 26 so in dieser geführt, daß er entlang der Schiene gleitet. Der Teil 27 des Bügels 18 gleitet entlang einer Bürstenanordnung 29, die sich über den Transportbereich 28 (siehe Fig. 1) erstreckt und während dieses Transportes allen Bügeln 18, welche die plattenförmigen Gegenstände 2 erfassen, den Strom mit der zutreffenden Polarität zuführen.

Fig. 1 zeigt ferner, wie eine größere Anzahl von Klammern bzw. Bügeln 17, 18 hintereinander und im Abstand voneinander an einem endlosen über die Rollen 30 umlaufenden Band 31 angebracht sind. Das An-

triebsband 31 kann ein Kunststoffzahnriemen oder eine Kunststoffkette sein, wobei die Rollen 30 eine dazu passende Zahnung aufweisen. Die Führungsschiene 23 läuft vollständig um, während eine Anlaufschiene 32 mit einer Anlauffläche 33 sich nur über den Nicht-Transportbereich der Klammern erstreckt, also von den Enden des Transportbereiches 28 her um die beiden Antriebsrollen 30 und entlang des in Fig. 1 dargestellten äußeren Trums 5 des Transportbandes. Dagegen entspricht das jeweils innere Trum 4 des Antriebsbandes 31 in etwa dem Transportbereich 28. Die Anlauffläche 33 ist zu einem abgewinkelten Endteil 34 des Bügels 17 so positioniert, daß sie ihn unter Zusammendrücken der Feder 19 in die in Fig. 2 rechts dargestellte Lage verschwenkt, in der die Enden 21, 22 der Bügel 17, 18 voneinander entfernt sind, d. h. keine Klemmwirkung auf den plattenförmigen Gegenstand mehr ausüben können. Somit werden die plattenförmigen Gegenstände von den Klammern bzw. den Bügeln 17, 18 nach ihrem Eintritt in die Elektrolysekammer erfaßt und vor ihrem Austritt wieder freigegeben. Zugleich wird während dieses Durchganges über den Bügel 18 der Strom, wie erläutert, den plattenförmigen Gegenständen zugeführt. Der Antrieb der Führungsrollen 30 ist nicht gesondert dargestellt. Die Federn 19 stützen sich jeweils zwischen den in Fig. 2 oberhalb des Anlenkpunktes 20 befindlichen Bügelarmen 34 und 39 ab. Dies ist eine konstruktiv einfache und zugleich zwecks Erzeugung der Klemmkraft zwischen den Bügelenden 21, 22 vorteilhafte Anordnung. Man könnte die beiden Bügel auch so anordnen, daß sie nicht um den Punkt 20 gegeneinander schwenkbar sind, sondern daß die Gelenkverbindung 20 entfällt, der Bügel 17 relativ zum Bügel 18 senkrecht verschiebbar ist und sich eine die Andruckkraft bewirkende Zugfeder (im einzelnen nicht dargestellt) an der mit 19' bezeichneten Stelle befindet. Die Zugfeder drückt dann die Bügelenden 21, 22 zusammen. Das Auseinanderbewegen der Bügelenden beim Verlassen des Transportbereiches wird durch eine ebenfalls nicht dargestellte entsprechend gestaltete Anlauffläche bewirkt. Fig. 2 zeigt ferner, daß die Transporteinrichtungen bevorzugt so gestaltet und angeordnet sind, daß sich alle Bauelemente, an denen Gleitbewegungen und damit ein Abrieb auftreten können, seitlich der Elektrolysebehälter befinden. Damit wird verhindert, daß Abriebspartikel in das Bad fallen und zu Fehlerstellen im durch die Elektrolyse abgeschiedenen Metall führen. Ein solcher Abrieb kann zwischen den Bügelarmen 39 und der Führungsschiene 23 entstehen. Um ihn aufzufangen ist ein Fangblech 40 vorgesehen, das oberhalb des Flüssigkeitsspiegels 7 des Bades 6 und der nachstehend zu erläuternden Entmetallisierungskammer 35 eine Auffangrinne 41 für einen solchen Abrieb bildet.

Während des Elektrolysevorganges innerhalb des Bades 6 schlägt sich das jeweilige Metall auch auf den Bügeln 17, 18 nieder. Es empfiehlt sich daher, diese oberhalb ihrer Enden 21, 22 bis nach oben über den Flüssigkeitsspiegel 7 hinaus mit einer dies verhindernden Kunststoffummhüllung (nicht dargestellt) zu versehen. Um nun das sich an den Enden 21, 22 niederschlagende Metall wieder zu entfernen, ist eine Entmetallisierungskammer 35 vorgesehen, die ebenfalls von der Elektrolyseflüssigkeit gefüllt ist. Sie kann einen gegenüber dem Spiegel 7 niedrigeren Spiegel 36 haben. Sobald sich die Bügel 17, 18 in diesem Bad 35 befinden wird ihnen über eine weitere Bürstenanordnung 37 ein Strom von einer Polarität zugeführt, welche entgegengesetzt zu der Polarität der Stromzuführung durch die Bürsten-

anordnung 29 ist. Beide Bürstenanordnungen erstrecken sich im übrigen über die gesamte Länge beider Trüms 4, 5 des Antriebsriemens 31. Der Gegenpol wird von einem Teil 38 gebildet, das in das Bad 35 hineinragt. Damit wird an den Enden 21, 22 niedergeschlagenes Metall beim Durchgang der Bügel durch das Bad 35 auf elektrolytischem Wege wieder entfernt. Gegebenenfalls wäre auch eine Entmetallisierung auf chemischem Wege möglich.

Fig. 1 zeigt, daß die vorstehend erläuterten Transport- und Stromzuführungsmittel links und rechts der Elektrolysekammer 1 vorgesehen sein können, d. h. die hindurchgeführten plattenförmigen Gegenstände beidseitig erfassen. Dies ist dann erforderlich, wenn sehr dünne Platten (Folien) behandelt werden wollen. Fig. 2 zeigt dagegen, daß diese Transport- und Stromzuführungsmittel auch nur an einer Seite der plattenförmigen Gegenstände vorgesehen sein können. Mit 42 sind Zulaufrohre für die Elektrolyseflüssigkeit beziffert.

Patentansprüche

1. Anordnung zum elektrolytischen Auftrag eines Metalles auf plattenförmige Gegenstände, wie Leiterplatten, bei der diese Gegenstände für eine gewisse Verweildauer in ein Elektrolysebad gebracht und dann wieder aus dem Bad entfernt werden, wobei die plattenförmigen Gegenstände in waagerechter Lage einer die Anordnung bildenden Elektrolysekammer zugeführt, durch diese kontinuierlich hindurchgeleitet und nach der Elektrolysebehandlung aus der Kammer wieder herausgeführt werden und wobei Anoden, Stromzuführungen und Transportmittel vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Transportmittel als eine endlos umlaufende, angetriebene Reihe einzelner, in Form von Klammern ausgebildeter Transportorgane bestehen, welche in der über den Transportbereich (28) sich erstreckenden Transportstellung die Ränder der plattenförmigen Gegenstände (2) umklemmend, ergreifen und in der Transportrichtung (3) bewegen, wobei die Klammern aus zwei Bügeln (17, 18) bestehen, die unter Federdruck (19) in die Klemmstellung gebracht werden und damit die Klemmkraft ausüben und daß am Beginn und am Ende des in der Elektrolysekammer (1) gelegenen Transportweges (28) der plattenförmigen Gegenstände (2) Mittel zum Öffnen der Klammern gegen den Federdruck vorhanden sind, damit die plattenförmigen Gegenstände (2) erfaßt und auch wieder freigegeben werden können und daß die Transportorgane zugleich der Stromzuführung zu den plattenförmigen Gegenständen (2) dienen.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anlauffläche (33) einer Anlaufschiene (32) vorgesehen ist, die sich über den Nicht-Transportbereich des Transportorgan-Umlaufes erstreckend durch Angriff an einem oder beiden der Bügel (17, 18) diese in die Freigabestellung bringt.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Klammern an einer endlos umlaufenden Führungsschiene (23) geführt sind.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Transportorgane an einem endlosen umlaufenden Transportband (31) im Abstand voneinander angebracht sind.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2—4, da-

durch gekennzeichnet, daß pro Bügel (17, 18) eine Druckfeder (19) vorgesehen ist, die sich oberhalb der Anlenkverbindung (20) beider Bügel (17, 18) befindet und zwischen den oberen Bügelarmen (34, 39) abstützt.

6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine stationäre Bürstenanordnung (29) vorgesehen und an den Teilen (27) der Klammern anliegt.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Transportorgane, in Form der Bügel (17, 18), außerhalb des Transportbereiches (28) eine mit der Elektrolyseflüssigkeit gefüllte weitere Entmetallisierungskammer (35) vorgesehen ist und daß die Bügel (17, 18) dort ebenfalls über eine stationäre Bürstenanordnung (37) eine Stromzuführung erhalten, wobei jedoch die Stromrichtung eine umgekehrte Polarität als die Stromzuführung für die im Transportbereich (28) befindlichen Transportorgane hat.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Entmetallisierungskammer (35) die Funktion einer Nebenkammer für die Aufnahme von Elektrolyseflüssigkeit hat, welche beim Übergang von der oder zu der Elektrolysekammer (1) an den Durchgangsstellen der Transportorgane austritt.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—8, dadurch gekennzeichnet, daß Stromzuführungs- und/oder Transportmittel der plattenförmigen Gegenstände (2) an einer oder an beiden Längsseiten des Transportweges der plattenförmigen Gegenstände vorgesehen sind.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß Teile der Anordnung, an denen bei Bewegung der Transportorgane ein Abrieb entstehen kann, sich seitlich außerhalb von Elektrolyseflüssigkeit aufweisenden Klammern (1, 35) befinden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

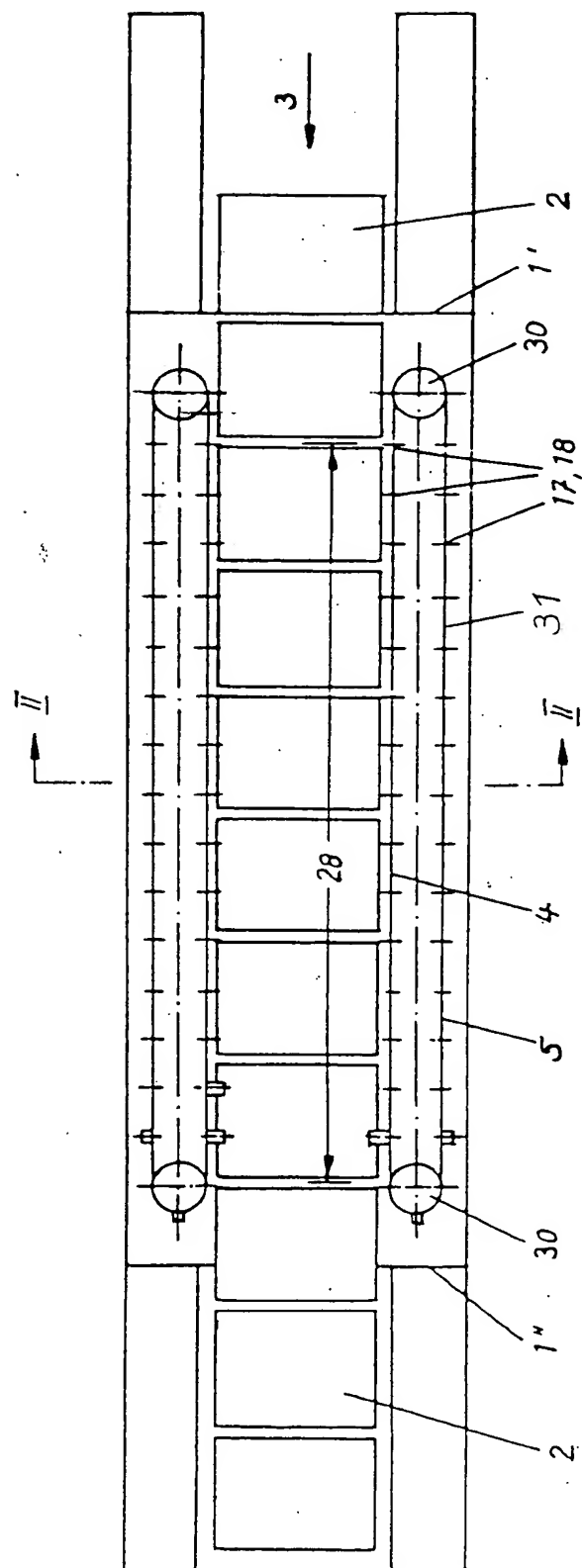


Fig. 1

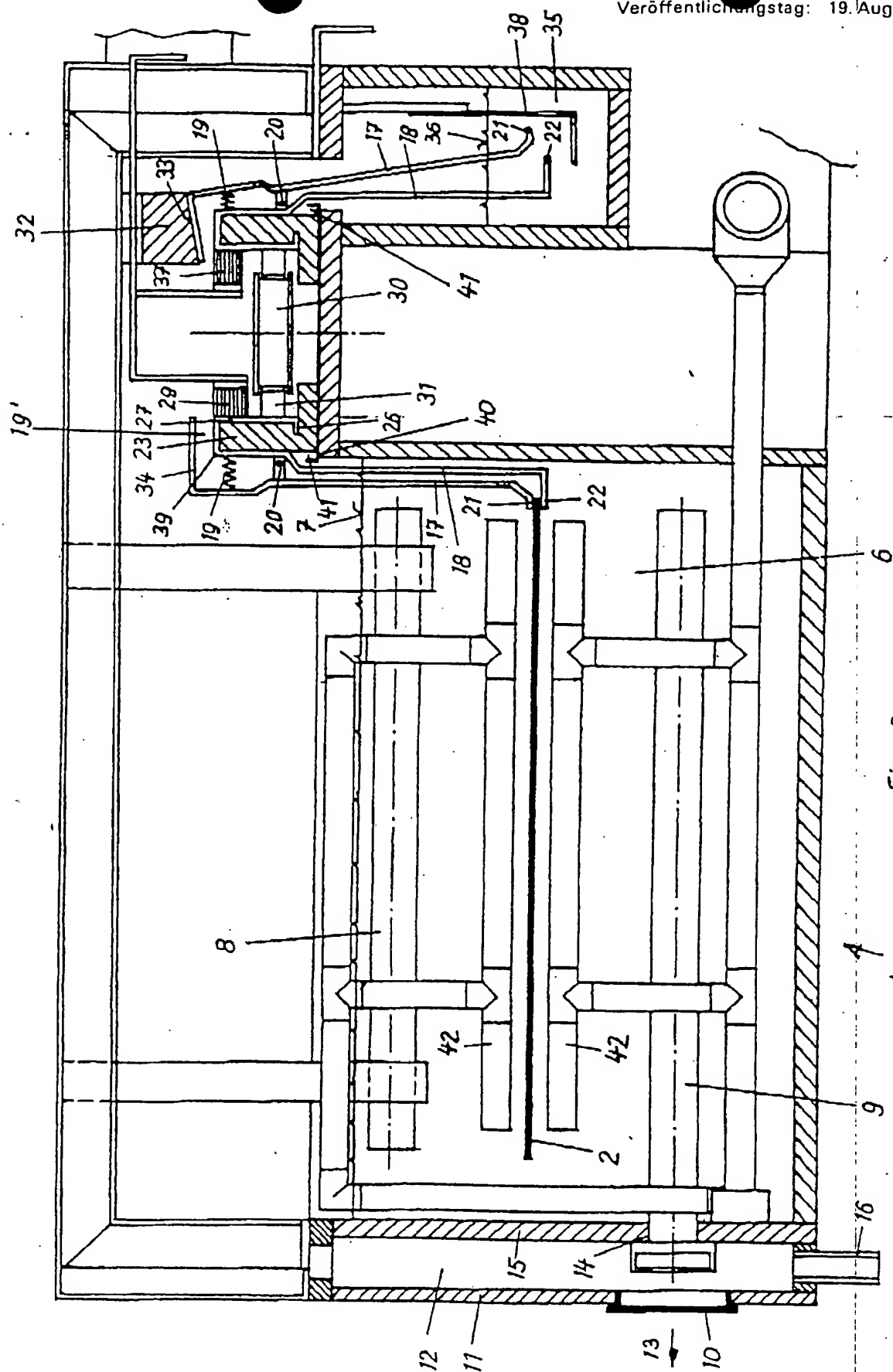


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.